

# CURRENT STATUS OF THE TRAINING IN THE DISCIPLINE PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING

**Monika B. Bedzheva**

*Artillery and Geodesy Department, Artillery, Air Defense Communication and Information Systems  
Faculty, National Military University „V. Levski”, Shumen, Bulgaria  
monibedzh17@abv.bg*

## АКТУАЛНО СЪСТОЯНИЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ДИСЦИПЛИНАТА „ИНЖЕНЕРНА ФОТОГРАМЕТРИЯ“

**Моника Б. Беджева**

*Катедра „Артилерия и геодезия“, Факултет „Артилерия, противовъздушна отбрана, комуни-  
кационни и информационни системи“, гр. Шумен, България  
monibedzh17@abv.bg*

**Abstract:** *The state of the art in electronics and photography has led to new generation small and mini cameras. This gave boost to primarily two industries – unmanned aerial vehicles (UAVs or drones) and smartphones. Accounting this situation, in the paper the possibilities of using smartphones in the training in the discipline engineering photogrammetry are discussed and analyzed.*

**Keywords:** *photogrammetric engineering, 3D reconstruction, training*

### **I. Увод**

Инженерните науки, наричани още технически, заемат междинно положение между естествените и хуманитарните науки. От най-древни времена хората изследват природния свят и прилагайки наученото създават различни приспособления, които да подобрят живота им. Техниката е продукт на човека и не се среща в природата, но същевременно тя се подчинява на същите закони като природните обекти. Предмет на техническите изследвания могат да бъдат както реално съществуващи обекти, така и такива, които предстои да бъдат конструирани [4].

Основен метод на техническите науки е моделирането – математическо и компютърно (а при невъзможност – физическо моделиране). Мощни инструменти за компютърно моделиране са САD (computer aided design) програмите, а напоследък и пакетите за обработка на данните от лазерно сканиране и тези за фотограметрична обработка. Докато САD програмите се използват *основно* за проектиране на несъществуващи до момента предмети и системи, т.е. за преход от дигиталния към реалния свят, то при втората група софтуерни пакети нещата стоят наобратно – документираният реален свят се дигитализира. Това, което се случва по време на обработката се нарича **триизмерна реконструкция**.

## **II. Триизмерна реконструкция**

Триизмерната реконструкция е процес, при който се възстановява формата и изгледа на реален обект. Входната информация може да бъде събрана наземно (регистращата система е монтирана на тринога) или въздушно (регистращата система е монтирана на борда на летателен апарат). Макар и да съществуват известни различия в двете технологии – лазерно сканиране и фотограметрично заснемане, те имат и допирни точки.

При лазерното сканиране се получават директно облаци от точки, докато при фотограметричната обработка облаци от точки, рехав и плътен, се извличат от снимки. Тези облаци от точки са базата, на която се изграждат пространствените модели. Точките се свързват в непресяща се мрежа от триъгълници, която очертава формата на реконструирувания обект. На този етап от обработката моделът се нарича телен модел (mesh) и неговото качество зависи от гъстотата на облака. За получаването на реалистичен модел е необходимо теленият модел да бъде текстуриран. При фотограметричната обработка това е по-лесно, защото текстурите се вземат от вече наличните снимки. Ако моделът е получен чрез лазерно сканиране, за да се направи текстура е необходимо да бъде извършено допълнително фотограметрично заснемане, данните от което да бъдат интегрирани с модела. Най-добри резултати се получават при комбинирането на двата метода – лазерното сканиране осигурява висока точност на облака от точки, а фотограметричното заснемане осигурява текстурирането на модела и получаването на реалистичен краен продукт [2], [3].

От там насетне получените триизмерни модели могат да намерят различни приложения.

## **III. Приложения на триизмерните модели**

Едно от приложенията на триизмерната реконструкция е свързано с 3D принтирането и обратното инженерство. Обратното инженерство е дедуктивен метод, при който чрез наблюдение и анализ специалистите се опитват да разберат начина, по който дадено устройство, система, програма работи. Използва се когато данните за първоначално използваната технология са изгубени, унищожени, укривани или забранявани. Целта е да се създаде копие на оригиналния обект или да се реализира обекта по нов начин, без да се нарушават авторски права. Обратното инженерство се прилага най-често при създаването на свободен софтуер, при разработването на алтернативни лекарства и препарати, в индустриалния и военния шпионаж и др. [5] Ако изследваният обект е някакво изделие, с помощта на 3D принтер могат да се възпроизведат неограничен брой негови копия; например, това е ефективен начин за създаване на резервни части, които имат ограничена наличност или трябва да се чака дълго време за доставката им.

Приложението, на което ще бъде обърнато по-голямо внимание в следващите редове е свързано с обучението по дисциплината „Инженерна фотограметрия“.

## **IV. Обучение по дисциплината „Инженерна фотограметрия“**

С миниатюризацията вече във всеки смартфон е вградена цифрова камера с висока резолюция, която осигурява получаването на детайлни снимки. От друга страна, с все по-интуитивния интерфейс на програмите за фотограметрична обработка не е необходимо човек да е специалист, за да работи с тях. Освен това, някои пакети, като Агисофт Меташейп, предлагат безплатен 30-дневен тест период с пълна функционалност на пакета, както и набор от снимки за обучение. Фотограметрията никога не е била по-достъпна и всеки може да бъде фотограметрист!

Имайки предвид тези съображения, по дисциплината „Инженерна фотограметрия“ на обучаемите от пети курс се поставя задание за курсов проект за извършване на триизмерна реконструкция на избран от тях обект – сграда или паметник, като извършат заснемането с личните си смартфони в удобно за тях време и при подходящи атмосферни условия. Обработката на снимките става в часовете за упражнения. Целта на така поставената задача е да повиши интереса на обуча-

емите към фотограметрията, да видят практическата ѝ страна, да участват активно в целия процес от получаването на снимките до получаването на триизмерен модел, да проявят находчивост и креативност при избора на обект за заснемане, и не на последно място – дадената свобода води до повишаване на личната отговорност за крайния резултат. В допълнение към фотограметричното заснемане обучаемите трябва да извършат контролни измервания с ролетка, за да може полученният модел да се мащабира. Накрая се съставя обяснителна записка, в която освен техническите подробности са посочени и факти за избрания обект; по този начин се цели повишаване на общата култура и способността за аргументация.

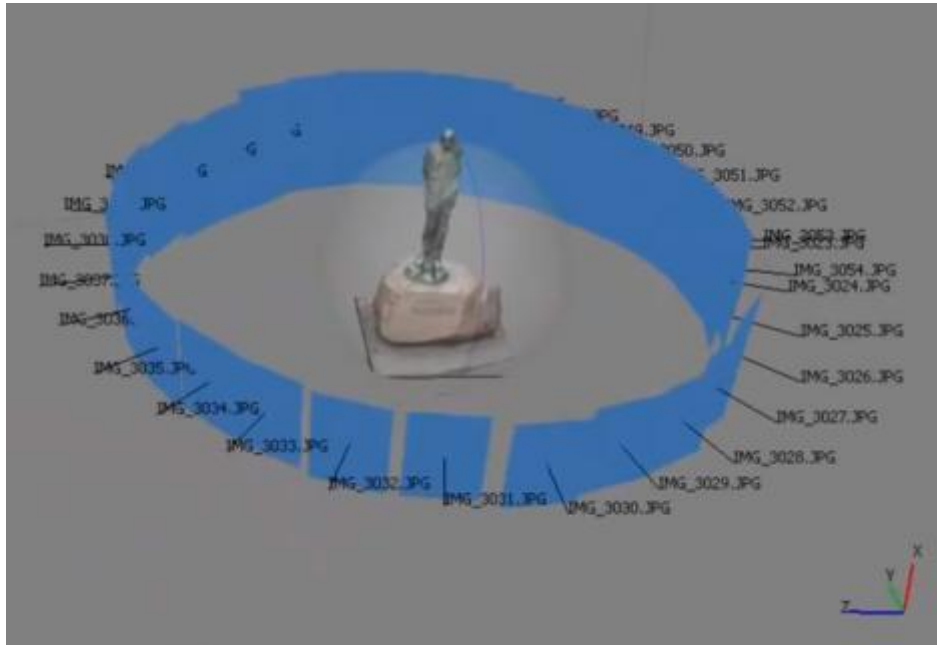
Досегашният опит (2 години) сочи, че курсовата работа по „Инженерна фотограметрия“ е сред любимите на обучаемите, като основната причина е достъпността на използваните технологии – лични смартфони и пакета Агисофт Меташейп, чиито предимства вече бяха описани.

Дисциплината „Инженерна фотограметрия“ макар и малко встрани от чистата геодезия, определено намира приложение в архитектурата при консервирането на паметници на културата и в строителството за инспекция на съоръжения, както и при изчисляване на обеми земни маси. Създадените от обучаемите триизмерни модели на различни сгради и паметници, освен своя „локален ефект“, т.е. за целта на курсовата работа, биха могли да имат и „глобален ефект“. Възможно е, в колаборация с колеги, специалисти по компютърни науки, да се създаде приложение или интерактивен атлас на забележителностите в града и околностите му, като по този начин се подпомогне културата и туризма. Чрез горе споменатата технология на 3D принтирането от тях могат да се създадат реалистични реплики, които да бъдат изложени в музеите или да се използват за обучение.

## **V. Примери**

По-долу са представени извадки от курсови работи по дисциплината „Инженерна фотограметрия“. В зданието е поставено изискване да се заснеме подходящ обект – сграда или паметник. Под „подходящ“ се разбира обект, който може да бъде изцяло обходен в кръг, т.е. да се извърши панорамно заснемане от 360°. Освен това, ако избраният обект е сграда, той трябва да отговаря на още един критерий – да е в лошо състояние или да е сграда с културно значение. Изискването сградата да е в лошо състояние е поставено с цел да се изследват пукнатини, дупки, олющена мазилка по фасадата и други проблеми. Върху правилно построения триизмерен модел, т.е. такъв с минимални деформации, могат да се извършват линейни, площни и обемни измервания, които да послужат за констатация обхвата на щетите и изчисляване на количествата материали, необходими за ремонта. Вторият вариант – сграда с културно значение има предимно естетичен характер; триизмерна реконструкция на такава сграда би могла да бъде включена в интерактивен атлас на забележителностите.

Тъй като повечето сгради са на калкан, т.е. една от стените им не е видима, понеже е долепена до друга сграда или около тях има препятствия за видимостта – високи огради, дървета, стълбове и др. е разбираемо, че повечето обучаеми са предпочели втората опция, а именно да заснемат паметник. Ето и някои примери.



**Фиг. 1.** 360-градусова панорама [1-Ивайло]



**Фиг. 2.** Експорт на модела в pdf формат [1-Ивайло]



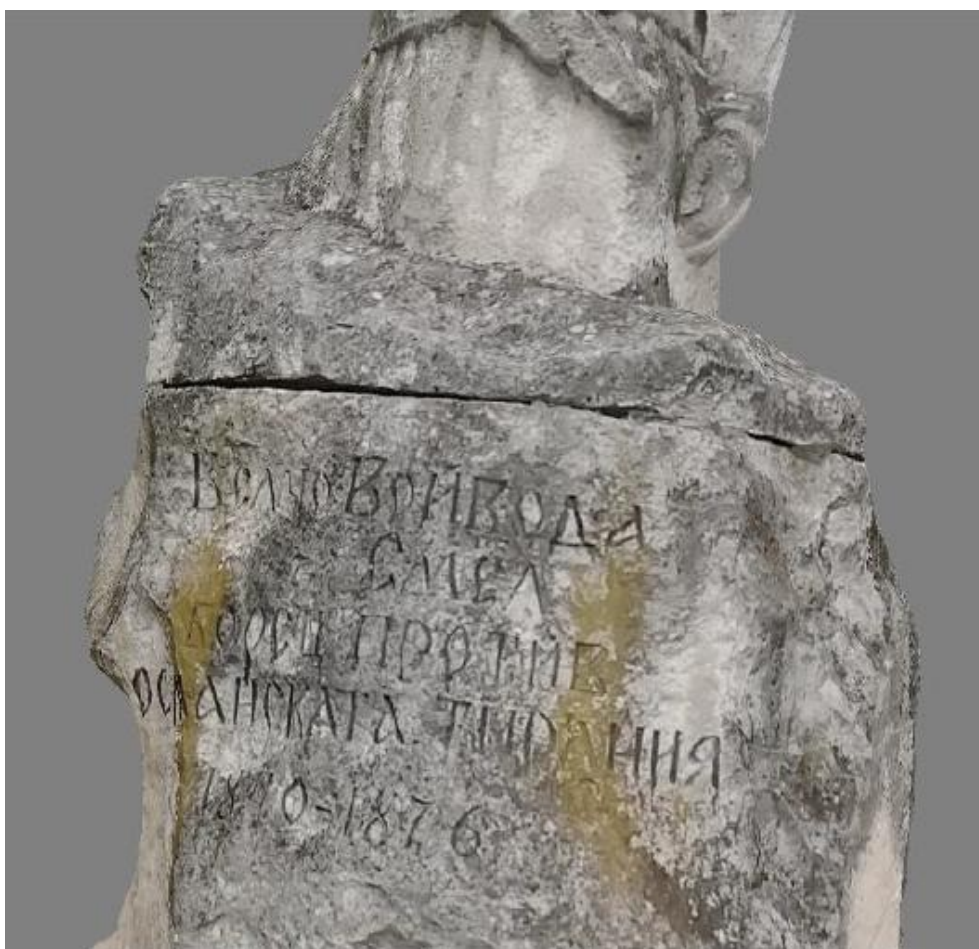
**Фиг. 3.** Лъв пред Военния клуб в гр. Шумен [1-Ангел, Шабан]



**Фиг. 4.** Мечка в парк „Кьошкове“, гр. Шумен [1-Светозар]



**Фиг. 5.** Паметник до драматично-куклен театър „Васил Друев“ в гр. Шумен [1-Радина]



**Фиг. 6.** Паметник на Велчо войвода в с. Велчево, обл. Велико Търново [1-Калоян]



**Фиг. 7.** Паметник „Свитък“ до Корпус 1 на ШУ „Е. К. Преславски“ [1-Мартина]



**Фиг. 8.** Колона на входа на парк „Къошкове“, гр. Шумен, незавършен модел [1-Биляна]

Повечето от примерите показват успешни триизмерни модели, изключение са тези на фигури 7 и 8. Снимките са направени с лични смартфони с резолюция на камерите от 12 до 16 MP, които

осигуряват добра детайлност на изображенията. Показателен е примерът от фиг. 6, където надписът се вижда ясно и се чете без проблем.

Една тъжна констатация, свързана с паметниците е, че те често стават жертва на вандалски прояви или екстремизъм. Много паметници, предимно тези от метал биват демонтирани за скрап или части от тях биват откраднати. Паметниците на Арабския полуостров, част от световното културно наследство и шедеври на древните месопотамски култури, са заличени от лицето на Земята или са сериозно пострадали от атаките на терористични организации. С използването на съвременни най-високи технологии в областта, архивни кадри и триизмерна реконструкция международни екипи от учени правят усилия и постигат успехи във възстановяването на древното наследство. Фактът, че можем да върнем времето назад, не означава обаче, че не трябва да пазим. Макар и реставрирани, тези паметници са изгубили безвъзвратно голяма част от автентичността си, защото вече не са древни горди руини, станали свидетели на хиляди години човешка история, а съвременни възстановки.



**Фиг. 9.** Салон за спортни прояви в с. Царев брод, обл. Шумен [1-Борислав]



Следващият пример, фиг. 9, е единственият, който показва сграда. Заснемането е извършено с личен дрон на обучаемия по негово желание. Снимките са с резолюция 12,4 МР. По данни от представената обяснителна записка сградата е построена през 1924 г., като от тогава ремонт е правен само отвътре. Намерението е създаденият триизмерен модел да послужи за улеснение в изчисляването на количеството необходим материал за мазилката, за изброяване на керемидите, които трябва да се подменят, както и за вземане размерите на прозорците и вратите. Този модел е и мащабиран, като в табл. 1 е представено сравнение на реални размери, взети с ролетка и същите, измерени от модела. Вижда се, че моделът е без деформации и по него могат да се правят реални измервания, които да послужат за изчисленията при ремонтните дейности.

*Таблица 1 Сравнение на реални размери с тези от модела [1-Борислав]*

<b>Размери, взети с ролетка</b>	<b>Размери, измерени от 3D модела</b>
Прозорец – 1,56 m	Прозорец – 1,59 m
Врата – 0,90 m	Врата – 0,91 m
Задна колона – 0,48 m	Задна колона – 0,48 m

## **VI. Заключение**

Този доклад цели да представи актуалното състояние и практическите резултати от обучението по дисциплината „Инженерна фотограметрия“. Представените материали са напълно реални и показват, че с използването на джобна техника, каквито са смартфоните, се постигат напълно убедителни резултати. Този факт не е за подценяване и от финансова гледна точка – с „подръчни средства“ е възможно адекватното провеждане на упражненията по дисциплината „Инженерна фотограметрия“. Тя е практическа и занимателна, развива качества като креативност и отговорност, които са абсолютно необходими за всеки един инженер.

## **References**

- [1] Курсови работи на обучаеми V курс от 2019 г. и 2020 г. – Ангел Ангелов, Биляна Стоянова, Борислав Янев, Ивайло Димитров, Калоян Станев, Мартина Михайлова, Радина Стоянова, Светозар Николов, Шабан Шабанов
- [2] L. Bornaz, F. Rinaudo, Terrestrial laser scanner data processing, available at [https://www.researchgate.net/publication/228972484\\_Terrestrial\\_laser\\_scanner\\_data\\_processing](https://www.researchgate.net/publication/228972484_Terrestrial_laser_scanner_data_processing)
- [3] Li Xuefei, Ma Xiaoxin, Liang Ningbo and Deng Fei, 3D Reconstruction of Ancient Structures Assisted by Terrestrial Laser Scanning Technology, Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR), volume 130
- [4] <https://en.wikipedia.org/wiki/Engineering>
- [5] [https://en.wikipedia.org/wiki/Reverse\\_engineering](https://en.wikipedia.org/wiki/Reverse_engineering)